



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.10.2003 Patentblatt 2003/43**

(51) Int Cl.7: **G01B 11/27, G01S 17/88**

(21) Anmeldenummer: **03007825.7**

(22) Anmeldetag: **04.04.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(71) Anmelder: **SICK AG**  
**79183 Waldkirch (DE)**

(72) Erfinder: **Jahn, Axel**  
**79183 Waldkirch (DE)**

(30) Priorität: **18.04.2002 DE 10217294**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**  
**Postfach 31 02 20**  
**80102 München (DE)**

(54) **Automatische Ausrichtung eines Sensors**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Ausrichtung eines an einem Gegenstand angebrachten optoelektronischen Sensors, der zur Erfassung der Umgebung des Gegenstands mit zumindest einem wiederholend ausgesandten Abtaststrahl in wenigstens einer Abtastebene einen vorgegebenen Winkelbereich von bevorzugt 360° überstreicht, wobei zur Bestimmung der Sensorausrichtung die Lage der

Abtastebene im Raum ermittelt wird, indem auf zumindest einer gegenstandsfesten, im Sichtbereich des Sensors liegenden Prüffläche die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks bezogen auf eine vorgegebene Sollausrichtung der Abtastebene relativ zu der Prüffläche bestimmt wird.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung eines an einen Gegenstand angebrachten optoelektronischen Sensors, der zur Erfassung der Umgebung des Gegenstands mit zumindest einem wiederholend ausgesandten Abtaststrahl in wenigstens einer Abtastebene einen vorgegebenen Winkelbereich von bevorzugt 360° überstreicht.

**[0002]** Der Gegenstand, an dem der Sensor angebracht ist, ist vorzugsweise ein Fahrzeug, wobei es sich hierbei um ein Kraftfahrzeug oder um ein fahrerloses Fahrzeug handeln kann, wie es beispielsweise in Transportsystemen eingesetzt wird.

**[0003]** Bei dem optoelektronischen Sensor handelt es sich vorzugsweise um einen Laserscanner, insbesondere um einen Entfernungen und Winkel messenden Laserscanner, der in der Abtastebene zu jedem Entfernungswert einen auf einen Referenzwinkel bezogenen Winkelwert liefert.

**[0004]** Die optoelektronischen Sensoren bzw. Laserscanner werden beispielsweise zur Überwachung des Fahrweges und zur Navigation der Fahrzeuge eingesetzt. Insbesondere bei Fahrzeuganwendungen ist eine möglichst exakte Ausrichtung des Sensors bezüglich des Fahrzeugs von großer Wichtigkeit. Wenn beispielsweise die Fahrzeuglängsachse und ein als so genannter 0°-Schuss ausgesandter Abtaststrahl des Sensors nicht parallel zueinander verlaufen, dann stimmen die Ausrichtungen der Abtastebene des Sensors einerseits und der Horizontalebene des Fahrzeugs andererseits nicht überein, d.h. der Sensor ist bezüglich eines fahrzeugfesten Koordinatensystems nicht korrekt ausgerichtet.

**[0005]** Eine derartige Fehlausrichtung des Sensors kann beispielsweise zur Folge haben, dass ein vom Sensor erfasstes Objekt scheinbar außerhalb des Fahrweges liegt, obwohl tatsächlich das Fahrzeug sich auf Kollisionskurs bezüglich dieses Objekts befindet.

**[0006]** Ferner können insbesondere bei Fahrzeuganwendungen Ausrichtungsprobleme durch unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs entstehen, da in diesem Fall das fahrzeugfeste Koordinatensystem verkippt wird, ohne dass der Sensor diese Verkipfung mitmachen soll, um eine gleichbleibende Erfassung der Fahrzeugumgebung zu gewährleisten. Mittels geeigneter Verstelleinrichtungen, wie sie beispielsweise im Automobilbereich von der automatischen Leuchtweitenregelung her bekannt sind, kann eine derartige Fehlausrichtung des Sensors bezüglich des Fahrzeugs kompensiert werden.

**[0007]** Um das Ausmaß und die Richtung einer erforderlichen Kompensation bestimmen zu können, muss jedoch die tatsächliche Ausrichtung des Sensors, d.h. die Abweichung der Abtastebene von deren Sollausrichtung, bekannt sein.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Möglichkeit

zu schaffen, die Ausrichtung eines Sensors bezogen auf einen Gegenstand, an dem der Sensor angebracht ist, auf möglichst einfache Weise und mit möglichst großer Genauigkeit zu bestimmen, wobei dies insbesondere automatisch und schnell sowie bei Fahrzeuganwendungen auch während des Fahrbetriebs und dabei derart möglich sein soll, dass die normale Umgebungserfassung mittels des Sensors durch die Ausrichtungsbestimmung nicht beeinträchtigt wird.

**[0009]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Verfahrensanspruchs und insbesondere dadurch, dass zur Bestimmung der Sensorausrichtung die Lage der Abtastebene im Raum ermittelt wird, indem auf einer gegenstandsfesten, im Sichtbereich des Sensors liegenden Prüffläche die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks bezogen auf eine vorgegebene Sollausrichtung der Abtastebene relativ zu der Prüffläche bestimmt wird.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist wenigstens eine gegenstandsfeste, bei Fahrzeuganwendungen also fahrzeugfeste, Prüffläche vorgesehen, die derart ausgelegt ist, dass sie die Bestimmung der momentanen Lage der Abtastebene des Sensors bezüglich einer gewünschten Sollausrichtung gestattet. Dies erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass auf der Prüffläche die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks bestimmt und mit der Sollausrichtung verglichen wird. Der Abtaststrahlfleck entsteht dadurch, dass die auf der Prüffläche auftreffenden Abtaststrahlen des Sensors aufgrund ihrer Aufweitung jeweils einen ausgedehnten Fleck oder Spot von endlicher Größe erzeugen, wobei die Fleckgröße von der Entfernung zwischen dem Sensor und der Prüffläche abhängig ist.

**[0011]** Die vom Sensor verwendete Strahlung, insbesondere Laserstrahlung, kann im für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich, jedoch auch außerhalb dieses Bereiches und z.B. im IR-Bereich liegen.

**[0012]** Wenn im Folgenden anstelle von "Strahlung" der Begriff "Licht" verwendet wird, so soll damit keine Einschränkung des erfindungsgemäß möglichen Wellenlängenbereiches für die Abtaststrahlen gemeint sein. Die Erzeugung der Abtaststrahlen erfolgt beispielsweise mittels einer Laserdiode, die auf einen während des Abtastbetriebs rotierenden, auch als Spiegelrad bezeichneten Drehspiegel gerichtet ist, wodurch der von der Laserdiode ausgesandte Lichtstrahl nacheinander in unterschiedliche, beispielsweise jeweils um 1° voneinander beabstandete Winkelrichtungen abgelenkt wird und die Gesamtheit der auf diese Weise ausgesandten Abtaststrahlen eine Abtastebene des Sensors festlegen.

**[0013]** Durch Verwendung mehrerer Laserdioden und/oder geeigneter Strahlungsumlenkeinrichtungen kann die Aussendung von Abtaststrahlen auch in mehreren Abtastebenen gleichzeitig oder zeitversetzt erfolgen. Alle der im Folgenden erläuterten Möglichkeiten zur erfindungsgemäßen Ausrichtungsbestimmung lassen sich auch auf Sensoren anwenden, die jeweils mit

einer Mehrzahl von Abtastebenen arbeiten, indem die jeweils für die erfindungsgemäße Ausrichtungsbestimmung vorgesehenen Einrichtungen entsprechend ergänzt und/oder angepasst werden.

**[0014]** Wie aus den nachstehenden Erläuterungen hervorgeht, kann die erfindungsgemäße Ausrichtungsbestimmung entweder mittels einer optoelektronischen Nachweiseinrichtung, mit der zumindest ein auch als Sendespot bezeichneter Abtaststrahlfleck auf der Prüffläche nachgewiesen wird, oder mittels der sensoreigenen Empfangseinrichtung bzw. dem Empfangspfad des Sensors erfolgen, indem von der Prüffläche stammende, in erfindungsgemäßer Weise erzeugte Strahlung durch den Sensor selbst nachgewiesen wird. Dabei kann die Prüfflächenstrahlung entweder mittels der vom Sensor selbst ausgesandten Abtaststrahlung - in diesem Fall bestimmt der Sensor seine Ausrichtung bezüglich des Gegenstands also vollständig selbst - oder mittels sensorfremder Strahlungsquellen erzeugt werden.

**[0015]** Wenn eine optoelektronische Nachweiseinrichtung verwendet wird, dann sind deren strahlungsempfindlichen Nachweiskomponenten in der Prüffläche angeordnet bzw. wird die Prüffläche von den strahlungsempfindlichen Nachweiseinrichtungen gebildet. Im Fall der Verwendung des Sensors zum Nachweis der von der Prüffläche stammenden Strahlung ist als Prüffläche im Sinne der Erfindung derjenige Bereich, von dem die mittels des Sensors nachzuweisende Strahlung emittiert wird, zu verstehen.

**[0016]** Um Verkippungen und Verschiebungen des Sensors um alle in Frage kommenden Achsen und in allen in Frage kommenden Richtungen bestimmen zu können, ist erfindungsgemäß bevorzugt vorgesehen, dass die Bestimmung der Lage zumindest eines Abtaststrahlflecks jeweils auf wenigstens zwei in einem vorgegebenen Winkelabstand angeordneten Prüfflächen erfolgt. Der Winkelabstand zwischen den beiden Prüfflächen beträgt vorzugsweise 90°.

**[0017]** In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird als Prüffläche eine im Vergleich zum Abtaststrahlfleck große ortsauflösende optoelektronische Nachweiseinrichtung verwendet, mit der vorzugsweise die Lage genau eines Abtaststrahlflecks auf der Prüffläche bestimmt wird.

**[0018]** Dabei kann vorgesehen sein, dass mittels der ortsauflösenden optoelektronischen Nachweiseinrichtung zusätzlich zur Lage des Abtaststrahlflecks aus dessen Intensität die Strahlungsleistung des Sensors bestimmt wird. Auf diese Weise kann ein eventuell im Laufe der Zeit erfolgendes Abfallen der Sendeleistung des Sensors festgestellt werden.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung wird die Orientierung einer von mehreren Abtaststrahlflecken gebildeten Abtastlinie auf der Prüffläche bezogen auf die Sollausrichtung bestimmt. Als Abtastlinie ist eine gedachte Gerade zu verstehen, die durch die nacheinander in einem der Winkelauflösung des Sensors entsprechenden Abstand voneinander durch die ausge-

sandten Abtaststrahlen auf der Prüffläche erzeugten Sendespots verläuft.

**[0020]** Besonders bevorzugt ist es, wenn die Orientierung der Abtastlinie mittels eines auf der Prüffläche vorgesehenen Linienmusters bestimmt wird, das zumindest zeitweise mittels des Sensors nachweisbare Strahlung emittiert.

**[0021]** Vorzugsweise umfasst das Linienmuster mehrere Prüflinien, von denen wenigstens zwei Prüflinien nicht parallel zueinander verlaufen oder die parallel zueinander mit paarweise unterschiedlichen Abständen verlaufen. Bei einem besonders bevorzugten Linienmuster sind die Prüflinien N-, M-, V- oder W-förmig angeordnet, wobei jedoch grundsätzlich auch andere Linienmusterformen in Frage kommen.

**[0022]** Durch die relative Anordnung der Prüflinien können die Lage der Abtastebene sowie der - bei Fahrzeuganwendungen bevorzugt mit einer Fahrzeuglängsachse zusammenfallende - Nullpunkt des Abtastwinkels, d.h. die Richtung des 0°-Schusses - derart codiert werden, dass nur bei korrekt ausgerichtetem Sensor die leuchtenden, d.h. mittels des Sensors nachweisbare Strahlung emittierenden, Prüflinien in einer erwarteten Winkelrichtung bzw. zu einem erwarteten Zeitpunkt mittels der Empfangseinrichtung des Sensors nachgewiesen werden, während bei einer Fehlausrichtung des Sensors in Abhängigkeit von der Betriebsweise des Linienmusters dessen Prüflinien entweder nicht oder bei falschen, d.h. nicht einer korrekten Sensorausrichtung entsprechenden, Winkelrichtungen bzw. Zeitpunkten detektiert werden.

**[0023]** Vorzugsweise wird die Strahlungsquelle für das Linienmuster mit der Abtastbewegung des Sensors synchronisiert, und zwar bevorzugt derart, dass vom Linienmuster Strahlung nur unter für die Sollausrichtung erwarteten Winkelrichtungen und/oder zu für die Sollausrichtung erwarteten Zeitpunkten emittiert wird.

**[0024]** Dies ist gewissermaßen automatisch der Fall, wenn als Strahlungsquelle für das Linienmuster die sensoreigene, zur Aussendung der Abtaststrahlen dienende Sendeeinrichtung verwendet wird, d.h. die Prüflinien praktisch mittels des Sensors zum Leuchten gebracht werden. Im Fall der Verwendung von sensorfremden Strahlungsquellen für das Linienmuster kann der Trigger für diese Fremdbeleuchtung beispielsweise aus dem Winkelgeber des Sensors abgeleitet werden.

**[0025]** Wenn als Strahlungsquelle für das Linienmuster eine sensorfremde Strahlungsquelle verwendet wird, dann ist vorzugsweise vorgesehen, dass zumindest in dem der Prüffläche entsprechenden Winkelbereich des Sensors die Aussendung von Abtaststrahlen durch den Sensor unterbleibt.

**[0026]** Für den Fall, dass als Strahlungsquelle für das Linienmuster eine zur Aussendung der Abtaststrahlen dienende Sendeeinrichtung des Sensors verwendet wird, ist bevorzugt vorgesehen, dass das Linienmuster mittels einer gegenstandsfesten optischen Einrichtung aus den Abtaststrahlen erzeugt wird.

**[0027]** In einem einfachen Fall kann es sich bei der optischen Einrichtung um linien- oder streifenförmige Reflektoren handeln, welche die Abtaststrahlen direkt zurück auf die Empfangseinrichtung des Sensors reflektieren und auf diese Weise selbst die Prüflinien bilden. Diese Variante kann beispielsweise zum Einsatz kommen, wenn die geometrischen Verhältnisse der Sensor- konstruktion eine derartige direkte Reflexion zulassen, d.h. wenn sich Sender und Empfänger "sehen" können bzw. sich der Sendespot und der Empfangsspot des Sensors zumindest bereichsweise überlappen.

**[0028]** Bevorzugt befindet sich im am Gegenstand montierten Zustand die Prüffläche und damit das Linienmuster in einem so genannten Nahbereich des Sensors, in dem sich aufgrund der noch vergleichsweise gering ausgeprägten Strahlaufweitung der Sender und der Empfänger des Sensors nicht "sehen" können, wobei dies sowohl für koaxiale als auch für biaxiale Anordnungen von Sender und Empfänger gilt.

**[0029]** In einem derartigen Fall ist erfindungsgemäß vorzugsweise vorgesehen, dass die vom Sender ausgesandten Abtaststrahlen mittels einer gegenstands- festen optischen Einrichtung derart umgelenkt werden, dass die ausgesandten Abtaststrahlen einerseits und die vom Linienmuster emittierten Empfangsstrahlen andererseits gegeneinander versetzt werden.

**[0030]** Hierbei ist es möglich, dass die zur Erzeugung dieses Versatzes im Strahlengang getroffenen Maßnahmen in vorteilhafter Weise ausgenutzt werden, um das Linienmuster auf relativ einfache Art und Weise zu erzeugen.

**[0031]** Zu diesem Zweck kann die im Strahlengang angeordnete optische Einrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung derart ausgebildet sein, dass sie zumindest ein lichtleitendes Element, das austritts- seitig zumindest eine Prüflinie des Linienmusters bildet, und wenigstens ein Streuelement umfasst, über das die vom Sensor ausgesandten Abtaststrahlen in das licht- leitende Element eingespeist werden können.

**[0032]** Eine insbesondere im Hinblick auf die Herstellung der optischen Einrichtung einfache und kostengün- stige Möglichkeit ergibt sich, wenn das lichtleitende Ele- ment und das Streuelement an einem einstückigen Kör- per ausgebildet sind, der z.B. im Kunststoffspritz- gussverfahren hergestellt werden kann.

**[0033]** Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die optische Einrichtung ein strahlungsdurchlässiger, ins- besondere einstückiger, bevorzugt im Kunststoffspritz- gussverfahren herstellbarer Körper ist, der mittels der vom Sensor ausgesandten Abtaststrahlen oder mittels sensorfremder Strahlungsquellen zumindest im Wesentlichen als Ganzes zur Emission von Strahlung bringbar ist und als Strahlungsquelle für das Linienmu- ster dient, wobei im Strahlengang vor oder hinter der optischen Einrichtung wenigstens eine Blende oder Maske mit zumindest eine Prüflinie des Linienmusters bildenden strahlungsdurchlässigen Bereichen angeord- net ist.

**[0034]** Hierdurch bildet die optische Einrichtung bei Bestrahlung einen Leuchtkörper, dem im Strahlengang eine das Linienmuster bildende Maske oder Blende vor- gelagert werden kann, um für die Erzeugung des Lini- enmusters zu sorgen.

**[0035]** Ferner kann als optische Einrichtung wenig- stens ein Umlenkprisma, mit dem einfallende Abtast- strahlen parallel versetzt reflektierbar sind, sowie zu- mindest eine im Strahlengang vor oder hinter dem Um- lenkprisma angeordnete Maske oder Blende mit zumin- dest eine Prüflinie des Linienmusters bildenden strah- lungsdurchlässigen Bereichen vorgesehen sein.

**[0036]** Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegen- den Aufgabe erfolgt außerdem durch die Merkmale des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs und insbesonde- re dadurch, dass im Sichtbereich des Sensors zumin- dest eine gegenstands- feste Prüffläche angeordnet ist, auf der die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks bezogen auf eine vorgegebene Sollausrichtung der Ab- tastebene relativ zu der Prüffläche bestimmbar ist.

**[0037]** Vorzugsweise ist die Prüffläche an einer Be- grenzungswand vorgesehen, die im am Gegenstand montierten Zustand in einem zur Umgebungserfassung vorgesehenen Teil des Sichtbereiches des Sensors ge- legen ist und zusammen mit einer strahlungsdurchläs- sigen Abdeckung einen Ein- oder Anbauräum des Sen- sors am Gegenstand zumindest bereichsweise be- grenzt.

**[0038]** Wenn die Prüffläche in Form einer ortsauflö- senden, bevorzugt im Vergleich zum Abtaststrahlfleck großen optoelektronischen Nachweseinrichtung, ins- besondere in Form einer Kamera, vorgesehen ist, dann kann erfindungsgemäß die Prüffläche von einem opto- elektronischen Sensor-Array, insbesondere einer ka- meraeigenen CCD-Matrix, wie sie beispielsweise von vergleichsweise kostengünstigen Videokameras oder Web-Cam-Anwendungen her bekannt ist, einem CMOS-Array, einem APD-Array oder einem PIN-Di- oden-Array gebildet werden. Es ist auch möglich, die Prüffläche durch ein Array aus lichtleitenden Elemen- ten, beispielsweise Glasfasern, zu bilden.

**[0039]** Für den Fall, dass die Prüffläche ein Linienmu- ster aufweist, das zur zumindest zeitweisen Emission von mittels des Sensors nachweisbarer Strahlung aus- gebildet ist, kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Prüflinien des Linienmusters von selbstleuch- tenden Strahlungsquellen gebildet werden, beispiels- weise von LEDs, Lichtleitern oder Glasfasern.

**[0040]** Des Weiteren kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, mit der das Linienmuster bildende oder erzeugende Strahlungsquellen in Abhängigkeit von der Abtastbewegung des Sensors aktivierbar sind, und zwar vorzugsweise derart, dass vom Linienmuster Strahlung nur unter für die Sollausrichtung erwarteten Winkelrichtungen und/oder zu für die Sollausrichtung erwarteten Zeitpunkten emittiert wird. Auf diese Weise lässt sich eine Synchronisation der Strahlungsquellen für das Linienmuster mit dem Sensor-Abtastbetrieb rea-

lisieren.

**[0041]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Kompensieren einer Fehlausrichtung eines an einem Gegenstand angebrachten optoelektronischen Sensors, wobei die Momentanausrichtung des Sensors mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ausrichtungsbestimmung ermittelt und mit einer vorgegebenen Sollausrichtung verglichen wird, und wobei im Fall einer Abweichung der Momentanausrichtung von der Sollausrichtung diese Fehlausrichtung des Sensors durch Verstellen des Sensors relativ zum Gegenstand bevorzugt automatisch kompensiert wird.

**[0042]** Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Fahrzeug mit wenigstens einem fahrzeugfesten optoelektronischen Sensor zur Erfassung der Fahrzeugumgebung und mit einer erfindungsgemäßen, dem Sensor zugeordneten Vorrichtung zum Bestimmen der Sensorausrichtung.

**[0043]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind auch in den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

**[0044]** Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a - 1c mögliche Fehlausrichtungen eines fahrzeugfesten Sensors,
- Fig. 2 schematisch in einer Draufsicht eine mögliche Anordnung eines Sensors an einem Fahrzeug gemäß der Erfindung,
- Fig. 3a und 3b schematisch die Verwendung ortsauflösender Nachweiseinrichtungen für die erfindungsgemäße Ausrichtungsbestimmung,
- Fig. 4a und 4b schematisch eine mögliche Fehlausrichtung des Sensors von Fig. 3a und 3b,
- Fig. 5 schematisch eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die Fehlausrichtung des Sensors mit Hilfe von Linienmustern bestimmt wird,
- Fig. 6 eine Darstellung zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Ausrichtungsbestimmung mit Hilfe eines Linienmusters,
- Fig. 7 schematisch in einer Draufsicht eine erfindungsgemäße Möglichkeit zur Erzeugung eines Linienmusters,
- Fig. 8 schematisch in einer Seitenansicht eine weitere erfindungsgemäße

Möglichkeit zur Erzeugung eines Linienmusters,

Fig. 9 die Erzeugung eines Strahlversatzes mittels eines Prismas zur Verwendung bei der erfindungsgemäßen Ausrichtungsbestimmung,

Fig. 10 die erfindungsgemäße Verwendung eines Prismas zur Erzeugung eines Linienmusters in einer Frontalan-sicht, und

Fig. 11 die Anordnung von Fig. 10 in einer Draufsicht.

**[0045]** Bevor nachstehend bevorzugte Ausführungen der Erfindung näher erläutert werden, sollen vorab einige Voraussetzungen definiert werden, die in der Praxis erfüllt sein sollten.

**[0046]** Zunächst sollte der Sensor bzw. Laserscanner bezüglich seines internen Koordinatensystems abgeglichen bzw. justiert sein. Die Winkelposition des vorzugsweise verwendeten Drehspiegels bzw. Spiegelrades des Scanners sollte sich über einen beispielsweise in Form einer Codescheibe vorgesehenen Winkelsensor mit hoher Genauigkeit bestimmen lassen. Hierzu sollte der Nullindex bzw. die Richtung des 0°-Schusses bezüglich der tatsächlichen Stellung des Drehspiegels kalibriert sein. Die Form und der Verlauf der Abtastfläche müssen definiert sein und den jeweils spezifizierten Werten entsprechen.

**[0047]** Ferner sollten alle am Fahrzeug anzubringen-den Bezugskomponenten hinsichtlich des fahrzeugfesten Bezugskoordinatensystems mit hoher Reproduzierbarkeit hinsichtlich der räumlichen Anordnung sowie der Winkelstellung montiert werden können. Vorzugsweise wird der Scanner derart am Fahrzeug montiert, dass ein Teil des Sichtbereiches oder -feldes des Sensors im Fahrzeug liegt, so dass der für die eigentliche Umgebungserfassung bzw. Entfernungsmessung nutzbare Winkelbereich eingeschränkt wird. In dem nicht für die Umgebungserfassung nutzbaren "toten Winkelbereich", der im Folgenden auch als Prüfbereich bezeichnet wird, erfolgt vorzugsweise die Bestimmung der Scannerausrichtung bezüglich des Fahrzeuges bzw. des Ein- oder Anbauortes am Fahrzeug. Dabei ist es bevorzugt, wenn der Einbauraum zum Fahrzeug hin abgeschlossen und beispielsweise durch den Karosserieaufbau des Fahrzeugs z.B. in Form von Blechwänden definiert ist.

**[0048]** Für den Fall, dass die erzielbaren mechanischen Genauigkeiten des Fahrzeugs den Anforderungen an eine positionsgenaue Montage des Sensors nicht genügen, sollten die Abweichungen zwischen dem Koordinatensystem des Scanners, dem Koordinatensystem des Fahrzeugs sowie der Anordnung der erwähnten Bezugskomponenten über eine Kalibrierung mit Hil-

fe von definierten externen Zielen ermittelt werden. Die dabei ermittelten Werte dienen dann während des Fahrzeugbetriebs als Bezugswerte für die Bestimmung der Lageabweichung des Scanners bezüglich seines Einbauortes. Die Ermittlung dieser Bezugswerte ist nicht Gegenstand der vorliegenden, sondern einer weiteren Erfindung, die in einer am gleichen Tag wie die vorliegende Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt hinterlegten deutschen Patentanmeldung (Anwaltsaktenzeichen: S 8346) beschrieben ist.

**[0049]** Wenn der Laserscanner gezielt verkippt wird, beispielsweise zur Kompensation einer Fehlausrichtung, dann sollte die entsprechende Kippachse durch den bezogen auf Spiegelverkipnungen ortsfesten Drehmittelpunkt des Drehspiegels des Scanners verlaufen, da anderenfalls zusätzlich die resultierenden, auch als Offsets bezeichneten Abstandsänderungen bezüglich der fahrzeugfesten Bezugskomponenten berücksichtigt werden müssten.

**[0050]** Die Fig. 1a - 1c zeigen mögliche Fehlausrichtungen eines an einem Fahrzeug 11 montierten Laserscanners 13, wobei dessen Einbauort am Fahrzeug 11 rein beispielhaft gewählt ist und grundsätzlich jede beliebige Position am Fahrzeug 11 einnehmen kann.

**[0051]** Fig. 1a zeigt eine Verkipfung des Scanners 13 relativ zum Fahrzeug 11 um eine in Längsrichtung des Fahrzeugs 11 verlaufende Achse um einen Verkippwinkel  $\alpha$ . Eine derartige Verkipfung führt zu einer Auslenkung der Abtastebene 17 des Scanners 13 bezüglich einer Horizontalebene, wie sie auch von Wankbewegungen des Fahrzeugs 11 hervorgerufen werden würde.

**[0052]** In Fig. 1b ist eine Verkipfung des Scanners 13 relativ zum Fahrzeug 11 um eine quer zur Fahrzeuglängsachse verlaufende Achse um einen Winkel  $\beta$  gezeigt. Hierdurch ergibt sich eine Auslenkung der Abtastebene 17 des Scanners 13 bezüglich einer Horizontalebene, wie sie auch durch Nickbewegungen des Fahrzeugs 11 hervorgerufen werden würde.

**[0053]** Fig. 1c zeigt eine weitere Fehlausrichtung des Scanners 13, bei der die von den Abtaststrahlen gebildete Abtastebene des Scanners 13 um die vertikal verlaufende Hochachse des Scanners 13 derart verdreht ist, dass der als so genannter 0°-Schuss ausgesandte Abtaststrahl 15 unter einem Winkel  $\gamma$  zur Fahrzeuglängsrichtung ausgesandt wird, d.h. die Abtastebene des Scanners 13 verläuft zwar nach wie vor parallel zu einer Horizontalebene, ist jedoch gegenüber einem fahrzeugfesten Koordinatensystem verdreht.

**[0054]** Bei den vorstehenden erläuterten Fehlausrichtungen wurde davon ausgegangen, dass die Sollausrichtung des Scanners 13 relativ zum Fahrzeug 11 derart gewählt ist, dass die Abtastebene 17 des Scanners 13 horizontal und der 0°-Schuss in der durch einen Pfeil in Fig. 1b angedeuteten Fahrtrichtung F des Fahrzeugs 11 und damit parallel zur Fahrzeuglängsrichtung verläuft.

**[0055]** Fig. 2 zeigt, dass der 360° umfassende Sicht-

bereich des Scanners 13 in dem hier dargestellten Beispiel durch zwei einen Winkel von 90° einschließende Begrenzungswände 35 in einen Prüfbereich 53 und einen zur Umgebungserfassung zur Verfügung stehenden Erfassungsbereich 55 unterteilt ist, die jeweils etwa 180° umfassen. Die Wände 35 begrenzen gemeinsam mit einer Abdeckung 37, die für die vom Scanner 13 ausgesandten, bei gedachter rückwärtiger Verlängerung von einer Sensorachse bzw. der Drehachse 33 des Drehspiegels bzw. Spiegelrades des Scanners 13 ausgehenden Abtaststrahlen 15 durchlässig ist, den Einbauort des Scanners 13 am Fahrzeug 11.

**[0056]** Die dem Scanner 13 zugewandten Innenseiten der Begrenzungswände 35 sind bereichsweise als Prüfflächen 19 im Sinne der Erfindung ausgebildet, wie im Folgenden näher erläutert wird.

**[0057]** Fig. 3a und 3b zeigen die Anordnung zweier in einem Winkelabstand von 90° zueinander angeordneter Kameras 23, die jeweils eine die Prüffläche 19 bildende kameraeigene CCD-Matrix 39 aufweisen und damit als ortsauflösende Nachweiseinrichtung dienen, mit der die Lage eines Abtastlichtfleck, der entsteht, wenn ein Abtastlichtstrahl 15 auf die Prüffläche 19 bzw. die CCD-Matrix 39 auftrifft, ermittelt werden kann. Alternativ können auch andere ortsauflösende Sensoren oder Detektoren verwendet werden.

**[0058]** Die Kameras 23 sind bezüglich des Scanners 13 derart angeordnet, dass bei korrekter Ausrichtung des Scanners 13 dessen Abtastebene 17 jeweils mittig auf der CCD-Matrix 39 liegt, so dass - wie Fig. 4a und 4b zeigen - ein in Sollrichtung auftreffender, gestrichelt dargestellter Abtastlichtfleck 21' jeweils in der Mitte der in diesem Ausführungsbeispiel von der CCD-Matrix 39 gebildeten Prüffläche 19 liegen würde. Die Größe der CCD-Matrix 39 und die Daten der Empfangsoptik der Kamera 39 sind so groß gewählt, dass zumindest ein korrekt ausgerichteter Abtastlichtfleck 21' vollständig nachgewiesen werden kann.

**[0059]** Durch die vollständig ausgefüllten Kreise in Fig. 4a und 4b ist eine mögliche Fehlausrichtung des Scanners 13 bezüglich des Fahrzeugs angedeutet. Der Scanner 13 ist um die Hochachse verdreht sowie um beide Achsen verkippt, d.h. unter Bezugnahme auf Fig. 1a - 1c gilt:  $\alpha, \beta, \gamma \neq 0^\circ$ .

**[0060]** Der Einsatz von zwei in einem Winkelabstand angeordneten Kameras 23 (Fig. 4a zeigt die CCD-Matrix 39 der einen Kamera 23 von Fig. 3a und 3b, während Fig. 4b die CCD-Matrix 39 der anderen Kamera 23 zeigt) dient dazu, alle in der Praxis möglichen Fehlausrichtungen des Scanners 13 (Verdrehen um die Hochachse, Verkippen um eine Längsachse, Verkippen um eine Querachse sowie beliebig gerichtete Translation der Scanner- bzw. Drehspiegelachse) vollständig beschreiben zu können.

**[0061]** Die Empfangsaperturen und Brennweiten der Kameras 23 sind bevorzugt an die erwarteten Fehlausrichtungen bzw. Lageabweichungen des Scanners 13 angepasst. Die Messauflösung wird im Wesentlichen

durch die Pixelzahl der CCD-Matrix oder - wenn ein Array aus lichtleitenden Elementen wie beispielsweise Glasfasern als ortsauflösender Lagedetektor verwendet wird - durch die Anzahl der lichtleitenden Elemente bestimmt. Auf der Basis der gewonnenen Bilddaten können die Lageabweichungen mittels eines sensorfremden Rechners oder eines in den Scanner 13 integrierten Rechners automatisch berechnet werden.

**[0062]** Zusätzlich kann durch eine Integration der von den einzelnen Pixeln bzw. Lichtleitern ermittelten Strahlungsleistungen auf die insgesamt vom Scanner 13 in einem Abtaststrahl 15 ausgesandte Strahlungsleistung geschlossen werden. Auf diese Weise lässt sich ein eventuell im Laufe der Zeit erfolgender Abfall der Strahlungsleistung des Scanners 13 feststellen.

**[0063]** Wenn von einer Fehlausrichtung des Scanners 13 bzw. einer Lageabweichung eines Abtastlichtflecks 21 von einer Sollausrichtung bzw. einem die Soll-lage einnehmenden Abtastlichtfleck 21' (vgl. z.B. Fig. 4a und 4b) die Rede ist, dann bezieht sich dies stets auf eine bestimmte Winkelrichtung bzw. einen bestimmten Zeitpunkt, in die bzw. zu dem der betreffende Abtaststrahl 15 ausgesandt wird. Eine Lageabweichung liegt folglich vor, wenn für einen jeweils betrachteten Abtaststrahl 15 der zugehörige Abtastlichtfleck 21 auf der Prüffläche 19 nicht die für eine korrekte Sensorausrichtung erwartete Soll-lage einnimmt, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass der Abtastlichtfleck eines vorhergehenden oder eines nachfolgenden Abtaststrahls die "Soll-lage" des betrachteten Abtastlichtflecks einnimmt. Dies wäre dann ebenfalls als eine Fehlausrichtung des Sensors zu werten, da die Aussage, ob eine Lageabweichung vorliegt oder nicht, nur in Bezug auf einen bestimmten Abtaststrahl und damit auf eine bestimmte Winkelrichtung bzw. einen bestimmten Aussendezeitpunkt einen Sinn ergibt.

**[0064]** Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung, bei der wiederum der Einbauraum des Scanners 13 von zwei einen rechten Winkel einschließenden Wänden 35 begrenzt ist. Anstelle von in die Wände 35 integrierten Strahlungsnachweiseinrichtungen wird hier die sensoreigene Empfangseinrichtung zur Bestimmung der Orientierung der Abtastebene 17 bzw. der Lage der Abtastlichtflecke 21 genutzt.

**[0065]** Hierzu sind an den Begrenzungswänden 35 in Bereichen, die Prüfflächen 19 im Sinne der Erfindung bilden, im Vergleich zu den Sendespots 21 bzw. Empfangsspots des Scanners 13 große Linienmuster 27 vorgesehen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht jedes Linienmuster 27 aus drei Prüflinien 28, die N-förmig angeordnet sind. Wie nachstehend näher erläutert wird, wird von den Prüflinien 28 entweder ununterbrochen oder zumindest dann Strahlung emittiert, wenn bei korrekter Ausrichtung des Scanners 13 dessen Empfangseinrichtung bzw. der Empfangsspot jeweils zu dem erwarteten Zeitpunkt auf die betreffende Prüflinie 28 ausgerichtet ist, d.h. es wird von den Prüflinien 28 jeweils zumindest dann Strahlung emittiert

- und folglich mittels der Empfangseinrichtung des Scanners 13 nachgewiesen, d.h. von dem Empfangsspot "gesehen" -, wenn dies für eine korrekte Ausrichtung des Scanners 13 erwartet wird.

**[0066]** Bei korrekter Ausrichtung des Scanners 13 werden die Linienmuster 27 von dem wandernden Abtastlichtfleck 21 entlang eines vorgegebenen Weges durchlaufen, d.h. die Abtastebene 17 des Scanners 13 weist eine definierte Sollorientierung relativ zu den Linienmustern 27 auf.

**[0067]** Der Grundansatz dieser Ausführungsform der Erfindung ist der winkelabhängige Nachweis der Prüflinien 28 mittels des Empfangspfades des Scanners 13. Dabei ist die Blickrichtung des Scanners 13 über einen hochauflösenden internen Drehgeber, z.B. in Form einer Codescheibe, codiert. Durch die relative Anordnung der Prüflinien 28 sind die Lage der Abtastebene 17 im Raum sowie der Nullpunkt bzw. der 0°-Schuss des Abtastwinkels des Scanners 13 codiert.

**[0068]** Wie aus Fig. 6 hervorgeht, ergeben sich, wenn der Scanner 13 bezüglich der Linienmuster 27 - und damit bezüglich des Fahrzeugs - korrekt ausgerichtet ist, was der mittleren Abtastlinie 25 entspricht, zum einen ein fester Erwartungswinkel für das mit "1" bezeichnete erste Empfangssignal sowie erwartete Winkelabstände zu den folgenden Empfangssignalen "2", "3", "4" usw.. Diese Erwartungswerte unterscheiden sich von den Werten, die bei fehlausgerichtetem Scanner 13 erhalten werden, was in Fig. 6 beispielhaft durch die obere und die untere Abtastlinie 25 angedeutet ist.

**[0069]** Der bezüglich der Prüflinien 28 kleine Empfangsspot 22 des Scanners 13 (der korrekt ausgerichtete Scanner 13 wird durch den Empfangsspot 22' repräsentiert) wandert in Abhängigkeit von der Drehstellung des Spiegelrades des Scanners 13 über das Linienmuster 27, so dass mittels des Empfangspfades des Scanners 13 winkelcodiert das Vorhandensein von Strahlung erfasst werden kann. Bei den Spots 22 handelt es sich um die Empfangsspots des Scanners 13, d.h. um diejenigen Bereiche auf der Prüffläche 19, die der Scanner 13 in der jeweiligen Winkelstellung mit seiner Empfangseinrichtung "sieht". Die Sendeeinrichtung des Scanners 13 kann entweder deaktiviert sein oder dazu genutzt werden, die Prüflinien 28 "zum Leuchten zu bringen". Auf verschiedene Möglichkeiten, über die Prüflinien 28 Strahlung zu emittieren, wird an anderer Stelle näher eingegangen.

**[0070]** Wie vorstehend bereits erwähnt, verläuft in dem in Fig. 6 dargestellten Beispiel bei korrekter Ausrichtung des Scanners 13 bezüglich des Einbauraumes die Abtastebene 17 bzw. die von dieser auf der Prüffläche 19 gebildete Abtastlinie 25 entsprechend der mittleren, durch die Empfangsspots 22' repräsentierten Linie. Unter Bezugnahme auf die Fig. 1a - 1c sowie auf Fig. 2 wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die in Fig. 6 dargestellte Prüffläche 19 von der rückwärtigen, senkrecht zur Fahrzeuglängsachse verlaufenden Wand 35 gebildet wird, d.h. die Prüffläche 19 wird benutzt,

wenn der Scanner 13 "nach hinten blickt". Fig. 2 bedeutet dann einen Montageort des Scanners 13 entsprechend Fig. 1a - 1c im Bereich des linken vorderen Scheinwerfers, d.h. in Fig. 2 weist die Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach links.

**[0071]** In den Winkelstellungen "1", "10" und "19" wird Strahlung detektiert, während in den übrigen Winkelstellungen keine Strahlung auf den Empfänger des Scanners 13 trifft. Die Tatsache, dass in der Winkelstellung "1" Licht empfangen wird, bedeutet, dass der Scanner 13 nicht um die Hochachse verdreht ist, d.h. unter Bezugnahme auf Fig. 1c gilt  $\gamma = 0$ . Ferner befinden sich zwischen dem ersten und dem dritten Empfangssignal siebzehn Winkelschritte, was bedeutet, dass die Abtasteebene 17 nicht um die Längsachse, d.h. um den Empfangsstrahl herum, verdreht ist, da anderenfalls der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Empfangssignal größer wäre. Des Weiteren ist die Anzahl der Winkelschritte zwischen dem ersten Empfangssignal (Winkelstellung "1") und dem zweiten Empfangssignal (Winkelstellung "10") einerseits und dem zweiten Empfangssignal (Winkelstellung "10") und dem dritten Empfangssignal (Winkelstellung "19") dieselbe, was bedeutet, dass die Abtasteebene 17 nicht verschoben ist.

**[0072]** Eine reine Verkipfung der Abtasteebene 17 um die Querachse ( $\beta \neq 0$ , vgl. Fig. 1b) führt zu einer Verschiebung der Abtastlinie 25, wodurch sich beispielsweise die in Fig. 6 obere Abtastlinie 25 ergibt. Strahlung wird nur in den Winkelstellungen "1", "5" und "19" detektiert. Da die Winkelstellungen "1" und "19" gegenüber der Sollausrichtung unverändert sind, hat sich der Scanner 13 folglich weder um die Hoch- noch um die Längsachse verdreht. Allerdings hat sich das Verhältnis aus der Anzahl von Winkelstellungen ohne Empfangssignal zwischen der ersten und der zweiten Prüflinie 28 zu der Anzahl von Winkelstellungen ohne Empfangssignal zwischen der zweiten und der dritten Prüflinie 28 gegenüber der Sollausrichtung proportional zu dem Ausmaß der Verkipfung um die Querachse verändert. Aus der Tatsache, dass der Abstand zwischen den ersten beiden Empfangssignalen kleiner - und folglich der Abstand zwischen dem zweiten und dem dritten Empfangssignal größer - geworden ist, kann darauf geschlossen werden, dass die Verkipfung der Abtasteebene 17 nach oben erfolgt ist, in Fahrtrichtung des Fahrzeugs 11 gesehen (vgl. insbesondere Fig. 1b) der Scanner 13 also mit seiner Abtasteebene 17 abweichend von der horizontalen Sollausrichtung schräg nach unten blickt.

**[0073]** Die in Fig. 6 untere Abtastlinie 25 entsteht, wenn der Scanner 13 gleichzeitig um die Hoch-, die Längs- und die Querachse verdreht wird. Ein Empfangssignal ergibt sich hier für die Winkelstellungen "4", "17" und "23". Aus diesen Winkelpositionen, den absoluten Abständen und den Abstandsverhältnissen lässt sich das Ausmaß aller Verkipfungen des Sensors 13 mittels der entsprechenden trigonometrischen Beziehungen berechnen.

**[0074]** Wenn gemäß Fig. 5 zwei in einem Winkelabstand von  $90^\circ$  angeordnete Linienmuster 27 verwendet werden, kann eine wesentliche Verbesserung der Genauigkeit erreicht werden. Hierdurch lassen sich außerdem Fehler in den Abständen zwischen dem Scanner 13 und den hier von den Prüflinien 28 gebildeten Bezugskomponenten erkennen.

**[0075]** Optimale Ergebnisse lassen sich erreichen, wenn für jedes Linienmuster 27 die drei Prüflinien 28 mit Hilfe der Empfangseinrichtung des Scanners 13 sauber voneinander getrennt werden können. Die Breite der Prüflinien 28 ist größer als die Lücke zwischen zwei aufeinander folgenden bzw. benachbarten Empfangsspots 22 des Scanners 13. Eine optimale Breite der Prüflinien 28 stellt jeweils der Mittenabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Empfangsspots 22 dar.

**[0076]** Die Winkelauflösung ist dabei durch die Auflösung des scannerseitigen Winkelgebers, durch das Größenverhältnis zwischen der Fläche des Empfangsspots 22 einerseits und der Größe des Linienmusters 27 andererseits sowie durch die konkrete Ausgestaltung des Linienmusters 27 bestimmt.

**[0077]** Die Strahlungsquelle zur Erzeugung der leuchtenden Prüflinien 28 kann entweder eine sensorfremde, externe Beleuchtungseinrichtung sein, oder es kann die Sendeeinrichtung des Scanners 13 genutzt werden. In jedem Fall wird der optoelektronische Empfangspfad des Scanners 13 zur Auswertung der Prüflinienpositionen am Fahrzeug 11 verwendet. Wenn eine externe Beleuchtungseinrichtung verwendet wird, dann ist die Sendeeinrichtung des Scanners 13 vorzugsweise innerhalb des Prüfbereiches 53 (vgl. Fig. 2) deaktiviert, um die Lebensdauer der Sendeeinrichtung zu erhöhen und insbesondere Fehlmessungen durch überlagerte Lichtsignale aufgrund von Mehrwegreflexionen zu vermeiden.

**[0078]** Bei Verwendung einer sensorfremden Strahlungsquelle kann diese innerhalb des Prüfbereiches 53 entweder ununterbrochen oder gepulst betrieben werden. Während der Umgebungserfassung innerhalb des Erfassungsbereiches 55 (vgl. Fig. 2) sollte diese externe Strahlungsquelle jedoch deaktiviert sein, um die Gefahr zu vermeiden, dass durch Streulicht die Umgebungserfassung bzw. die hierzu erfolgende Entfernungsmessung beeinträchtigt wird. Zum Nachweis der Prüflinien 28 erfolgt im Fall der Verwendung einer im Prüfbereich 53 ununterbrochen betriebenen Strahlungsquelle eine DC-gekoppelte Auswertung des Empfangssignals.

**[0079]** Bei Verwendung einer externen Strahlungsquelle ist deren gepulster Betrieb bevorzugt, da dies den Vorteil mit sich bringt, dass im Scanner 13 der Empfangs- und Messzweig zur Auswertung der Prüflinien 28 herangezogen werden kann. Die winkelabhängige Überprüfung, ob Empfangsstrahlung vorliegt oder nicht, lässt sich im Empfangspfad mittels selbstverriegelnder Komparatoren realisieren. Die Sendeeinrichtung des Scanners 13 ist innerhalb des Prüfbereiches



53 nicht aktiv. Der Trigger für die externe Beleuchtungseinrichtung wird aus dem Winkelgeber des Scanners 13 abgeleitet. Auch in diesem Fall ist es bevorzugt, wenn die externe Beleuchtungseinrichtung nur innerhalb des Prüfbereiches 53 aktiv ist.

**[0080]** Eine besonders bevorzugte Vorgehensweise besteht darin, dass als Strahlungsquelle für die Prüflinien 28 die Sendeeinrichtung des Scanners 13 verwendet wird. In diesem Fall wird folglich der vollständige Sende- und Empfangspfad des Scanners 13 genutzt. Außerhalb des Scanners 13 werden lediglich passive optische Bauelemente eingesetzt. Der Scanner 13 ermittelt also seine Einbaulage, d.h. seine Ausrichtung bezüglich des Fahrzeugs, vollständig selbst.

**[0081]** In vorteilhafter Weise kann bei entsprechender Ausgestaltung des Scanners 13 der Umstand ausgenutzt werden, dass sich im die Prüfflächen 19 und damit die Linienmuster 27 umfassenden Nahbereich des Scanners 13 der Sender und der Empfänger des Scanners 13 aufgrund der geometrischen Verhältnisse nicht "sehen", d.h. der Sendespot und der Empfangsspot des Scanners 13 überlappen sich innerhalb des Einbauräumes nicht, wobei dies sowohl für koaxiale als auch für biaxiale Anordnungen von Sender und Empfänger gilt.

**[0082]** Die Fig. 7 und 8 zeigen am Beispiel einer biaxialen Anordnung eine Möglichkeit, die von der Sendeeinrichtung 41 ausgesandte Strahlung 15 einzufangen und räumlich versetzt zurück auf die Empfangseinrichtung 43 zu lenken. Die ausgesandte Strahlung 15 wird fahrzeugseitig mittels einer beispielsweise beidseitig konvexen Linse 57 im betrachteten Raumwinkelbereich 54 gesammelt und gebündelt, wobei der auf diese Weise erzeugte Lichtfleck auf eine als Streukörper ausgebildete optische Einrichtung 29 gelenkt wird, die Streuflächen 59 aufweist und die Strahlung diffus aufstreut. Bevorzugt handelt es sich bei der optischen Einrichtung 29 um eine Kombination aus einem Streukörper und einem oder mehreren lichtleitenden Elementen, die einstückig an einem bei vergleichsweise geringen Kosten im Spritzgussverfahren herstellbaren Kunststoffteil ausgebildet sind.

**[0083]** Auf eine separate Linse 57 kann auch verzichtet werden. Sofern eine Linsenfunktion überhaupt erforderlich ist, kann diese durch entsprechende Ausgestaltung des Streukörpers 29 auch von diesem übernommen werden.

**[0084]** Als Streuelement kann beispielsweise eine gegenüber der optischen Empfangsachse um z.B. 30° bis etwa 60° nach unten geneigte, an der Rückseite aufgeraute Streufläche 59 dienen, die gleichzeitig einen Teil eines lichtleitenden Elementes 45 bildet. Die aufgestreute Strahlung wird mittels des Lichtleiters derart aufgeteilt, dass an den linienförmig ausgebildeten Lichtleiterausgängen die zur Ausrichtungsbestimmung dienenden Prüflinien 28 mit einer hinreichend homogenen Intensitätsverteilung entstehen.

**[0085]** Die Lichtleiterausgänge des Körpers 29 können erhaben sein und durch entsprechende, in der

Wand 35 ausgebildete Öffnungen gesteckt werden, wodurch gleichzeitig zum einen eine Blendenfunktion erzielt, d.h. sichergestellt wird, dass die Strahlung den Körper 29 nur in Form des gewünschten Linienmusters verlässt, und zum anderen eine definierte Positionierung des Körpers 29 relativ zur Wand 35 erreicht wird.

**[0086]** Eine bevorzugte Alternative besteht darin, die Wand 35 als mit das Linienmuster 27 bildenden Schlitz-zen versehene Blende auszubilden und den gewissermaßen als "Leuchtklotz" dienenden, mittels der Abtaststrahlen 15 als Ganzes zum Leuchten bringbaren Körper 29 ohne speziell ausgebildete, als Prüflinien dienende Erhebungen einfach hinter der Wand 35 anzuordnen. Durch die korrekte Positionierung der Wand 35 ist dann gleichzeitig die korrekte Positionierung des Linienmusters 27 gewährleistet. Hinsichtlich der Positionierung des Leuchtkörpers 29 ist dann lediglich darauf zu achten, dass die Rückseite der Wand 35 über das gesamte Linienmuster 27 beleuchtet wird, und dass die einfallende Strahlung 15 derart eingefangen wird, dass der Körper 29 in ausreichender Weise zum Leuchten gebracht wird.

**[0087]** Ferner kann auch ohne separate Blende oder als Blende ausgebildete Wand gearbeitet werden, indem der Leuchtkörper 29 austrittsseitig unter Aussparung von das Linienmuster 27 bildenden Bereichen abgelackiert, d.h. mit einer strahlungsundurchlässigen Beschichtung, versehen wird.

**[0088]** Aufgrund der in der Praxis vergleichsweise hohen verfügbaren Pulsstrahlungsleistung der Sendeeinrichtung 41, die beispielsweise 20 W betragen kann, können ggf. vorhandene, vergleichsweise hohe Dämpfungswerte in der optischen Einrichtung 29 toleriert werden.

**[0089]** Der in Fig. 7 dargestellte Teilbereich 54 ist ein Winkelbereich innerhalb des Prüfbereiches 53 (vgl. Fig. 2), in welchem die vom Scanner 13 ausgesandten Abtaststrahlen 15 auf die optische Einrichtung 29 treffen. Der Teilbereich 54 ist so groß gewählt, dass der von dem Linienmuster 27 gebildete Abtastbereich vollständig beleuchtet ist.

**[0090]** Die Fig. 9, 10 und 11 zeigen eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit zur Erzeugung eines Strahlung emittierenden Linienmusters 27, bei der im Strahlengang als optische Einrichtung 29 ein zweiseitig verspiegeltes Umlenkprisma 49 angeordnet ist. Die verspiegelten Flächen 61 des Prismas 49 schließen mit der Prismagrundseite jeweils einen Winkel von 30° ein. Wie Fig. 9 zeigt, werden senkrecht einfallende Abtaststrahlen 15 um einen konstanten Wert  $d/2$  parallel versetzt und als mittels der Empfangseinrichtung des Scanners 13 nachweisbare Empfangsstrahlen 31 reflektiert.

**[0091]** Diese Eigenschaft des Prismas 49 kann erfindungsgemäß dazu genutzt werden, die ausgesandten Abtaststrahlen 15 des Scanners 13 auf dessen Empfangseinrichtung abzubilden.

**[0092]** Fig. 10 zeigt, dass die die Abtastebene 17 bildenden Abtaststrahlen 15 über einen Eintrittsbereich in

das Prisma 49 eintreten und nach Reflexion im Prisma 49 auf einen dessen Austrittsbereich vorgelagerte Blende 51 treffen, in der jeweils eine Prüflinie 28 und gemeinsam das Linienmuster 27 bildende Schlitzte ausgebildet sind. Alternativ kann die Blende 51 auch eintrittsseitig, d.h. im Strahlengang vor dem Prisma 49, angeordnet sein. Die Empfangseinrichtung des Scanners 13 kann nur dann Strahlung nachweisen, wenn der jeweilige Abtaststrahl 15 nach Reflexion im Prisma 49 auf einen der Schlitzte trifft, d.h. wenn die entsprechende Prüflinie 28 Strahlung emittiert. Hinsichtlich der lageabhängigen Codierung ergeben sich die gleichen Zusammenhänge, wie sie vorstehend anhand der anderen Ausführungsformen der Erfindung erläutert wurden.

**[0093]** Nachdem mittels des Prismas 49 lediglich senkrecht einfallende Abtaststrahlen 15 um den konstanten Betrag  $d/2$  parallel versetzt und gleichzeitig die Einfallswinkel und Ausfallswinkel beibehalten werden, ist bei einer räumlich ausgedehnten Anordnung das Prisma 49 derart gekrümmt, dass es auf einem Kreisbogen mit einem auf der Mittelachse 33 des Spiegelrades des Scanners 13 liegenden Mittelpunkt liegt, wie es in Fig. 11 angedeutet ist.

**[0094]** Entsprechend Fig. 7 ist der in Fig. 11 dargestellte Teilbereich 54 ein Winkelbereich innerhalb des Prüfbereiches 53 (vgl. Fig. 2), in welchem die vom Scanner 13 ausgesandten Abtaststrahlen 15 auf die optische Einrichtung 29 treffen.

**[0095]** Gegebenenfalls kann jeweils im Strahlengang ein zusätzlicher Dämpfungsfilter vorgesehen sein, wobei dies grundsätzlich für alle Ausführungsformen der Erfindung gilt.

**[0096]** Bei der vorstehend erläuterten Verwendung von Linienmustern 27 zur Ausrichtungsbestimmung ist zu beachten, dass bei einem biaxialen System in einem Scanner 13, wie es beispielsweise in Fig. 8 dargestellt ist, sich der Sendespot während der Abtastbewegung des Scanners gewissermaßen um den Empfangsspot herum drehen kann. Bei der bevorzugten Zweifach-Anordnung von zwei in einem Winkelabstand von beispielsweise  $90^\circ$  angeordneten Linienmustern 27 jeweils mit zugehörigen optischen Einrichtungen 29 ist folglich dafür zu sorgen, dass die als Lichtleitersysteme dienenden optischen Einrichtungen entsprechend gedreht angeordnet werden, da anderenfalls auch bei korrekter Ausrichtung des Scanners 13 kein Empfangslicht nachgewiesen werden könnte.

**[0097]** Von Vorteil bei den beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung ist, dass im Nahbereich des Scanners 13 die Abtastlichtflecke 21 noch nicht scharf abgebildet, sondern vergrößert werden, was sich besonders günstig für die Realisierung der Erfindung auswirkt.

## Bezugszeichenliste

### [0098]

5	11	Gegenstand, Fahrzeug
	13	Sensor, Laserscanner
	15	Abtaststrahl
	17	Abtastebene
	19	Prüffläche
10	21, 21'	Abtaststrahlfleck, Sendespot
	22, 22'	Empfangsspot
	23	optoelektronische Nachweiseinrichtung, Kamera
	25	Abtastlinie
15	27	Linienmuster
	28	Prüflinie
	29	optische Einrichtung
	31	Empfangsstrahlen
	33	Sensorachse, Mittelachse des Sensordrehspiegels
20	35	Begrenzungswand
	37	Abdeckung
	39	CCD-Matrix
	41	Sendeeinrichtung
25	43	Empfangseinrichtung
	45	strahlungsleitendes Element
	49	Umlenkprisma
	51	Blende
	53	Prüfbereich
30	54	Teilbereich
	55	Erfassungsbereich
	57	Linse
	59	Streufläche
	61	Spiegelfläche

F Fahrtrichtung

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Ausrichtung eines an einem Gegenstand (11), insbesondere einem Fahrzeug, angebrachten optoelektronischen Sensors (13), insbesondere eines Laserscanners, der zur Erfassung der Umgebung des Gegenstands (11) mit zumindest einem wiederholend ausgesandten Abtaststrahl (15) in wenigstens einer Abtastebene (17) einen vorgegebenen Winkelbereich von bevorzugt  $360^\circ$  überstreicht, wobei zur Bestimmung der Sensorausrichtung die Lage der Abtastebene (17) im Raum ermittelt wird, indem auf zumindest einer gegenstandsfesten, im Sichtbereich des Sensors (13) liegenden Prüffläche (19) die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks (21) bezogen auf eine vorgegebene Sollausrichtung der Abtastebene (17) relativ zu der Prüffläche (19) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** auf wenigstens zwei in einem vorgegebenen Winkelabstand von vorzugsweise 90° angeordneten Prüfflächen (19) jeweils die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks (21) bestimmt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Prüffläche (19) eine ortsauflösende, bevorzugt im Vergleich zum Abtaststrahlfleck (21) große optoelektronische Nachweiseinrichtung (23) verwendet wird, mit der vorzugsweise die Lage genau eines Abtaststrahlflecks (21) auf der Prüffläche (19) bestimmt wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mittels der ortsauflösenden optoelektronischen Nachweiseinrichtung (23) zusätzlich zur Lage des Abtaststrahlflecks (21) aus dessen Intensität die Strahlungsleistung des Sensors (13) bestimmt wird. 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Orientierung einer von mehreren Abtaststrahlflecken (21) gebildeten Abtastlinie (25) auf der Prüffläche (19) bezogen auf die Sollausrichtung bestimmt wird. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Orientierung der Abtastlinie (25) mittels eines auf der Prüffläche (19) vorgesehenen Linienmusters (27) bestimmt wird, das zumindest zeitweise mittels des Sensors (13) nachweisbare Strahlung emittiert. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Linienmuster (27) mehrere Prüflinien (28) umfasst, von denen wenigstens zwei Prüflinien (28) nicht parallel zueinander oder die parallel zueinander mit paarweise unterschiedlichen Abständen verlaufen, wobei vorzugsweise die Prüflinien (28) N-, M-, V- oder W- förmig angeordnet sind. 35
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Strahlungsquelle für das Linienmuster (27) mit der Abtastbewegung des Sensors (13) synchronisiert wird, bevorzugt derart, dass vom Linienmuster (27) Strahlung nur unter für die Sollausrichtung erwarteten Winkelrichtungen und/oder zu für die Sollausrichtung erwarteten Zeitpunkten emittiert wird. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Strahlungsquelle für das Linienmuster (27) eine sensorfremde Strahlungsquelle verwendet wird, wobei vorzugsweise zumindest in dem der Prüffläche (19) entsprechenden Winkelbereich des Sensors (13) die Aussendung von Abtaststrahlen (15) durch den Sensor (13) unterbleibt. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Strahlungsquelle für das Linienmuster (27) eine zur Aussendung der Abtaststrahlen (15) dienende Sendeeinrichtung (41) des Sensors (13) verwendet wird. 50
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Linienmuster (27) mittels einer gegenstandsfesten optischen Einrichtung (29) aus den Abtaststrahlen (15) erzeugt wird. 55
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die vom Sensor (13) ausgesandten Abtaststrahlen (15) mittels einer gegenstandsfesten optischen Einrichtung (29) derart umgelenkt werden, dass die ausgesandten Abtaststrahlen (15) und die vom Linienmuster (27) emittierten Empfangsstrahlen (31) gegeneinander versetzt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Abtaststrahlen direkt von das Linienmuster bildenden Reflektoren reflektiert werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 35 verwendet wird.
15. Verfahren zum Kompensieren einer Fehlausrichtung eines an einem Gegenstand (11), insbesondere einem Fahrzeug, angebrachten optoelektronischen Sensors (13), insbesondere eines Laserscanners, der zur Erfassung der Umgebung des Gegenstands (11) mit zumindest einem wiederholend ausgesandten Abtaststrahl (15) in wenigstens eine Abtastebene (17) einen vorgegebenen Winkelbereich von bevorzugt 360° überstreicht, wobei die Momentanausrichtung des Sensors (13) mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14 bestimmt und mit einer vorgegebenen Sollausrichtung verglichen wird, und wobei im Fall einer Abweichung der Momentanausrichtung von der Sollausrichtung diese Fehlausrichtung des Sensors (13) durch Verstellen des Sensors (13) relativ

zum Gegenstand (11) bevorzugt automatisch kompensiert wird.

16. Vorrichtung zum Bestimmen der Ausrichtung eines an einen Gegenstand (11), insbesondere einem Fahrzeug, angebrachten optoelektronischen Sensors (13), insbesondere eines Laserscanners, der zur Erfassung der Umgebung des Gegenstands (11) mit zumindest einem wiederholend ausgesandten Abtaststrahl (15) in wenigstens eine Abtastebene (17) einen vorgegebenen Winkelbereich von bevorzugt 360° überstreicht, wobei im Sichtbereich des Sensors (13) zumindest eine gegenstands feste Prüffläche (19) angeordnet ist, auf der die Lage wenigstens eines Abtaststrahlflecks (21) bezogen auf eine vorgegebene Sollausrichtung der Abtastebene (17) relativ zu der Prüffläche (19) bestimmbar ist. 5
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als optoelektronischer Sensor (13) ein Entfernungsmessender Laserscanner vorgesehen ist, der in der Abtastebene (17) zu jedem Entfernungswert einen auf einen Referenzwinkel bezogenen Winkelwert liefert. 10
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüffläche (19) an einer Begrenzungswand (35) vorgesehen ist, die im am Gegenstand (11) montierten Zustand in einem nicht zur Umgebungserfassung vorgesehenen Teil des Sichtbereiches des Sensors (13) gelegen ist und zusammen mit einer strahlungsdurchlässigen Abdeckung (37) einen Ein- oder Anbauraum des Sensors (13) am Gegenstand (11) zumindest bereichsweise begrenzt. 15
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** wenigstens zwei in einem vorgegebenen Winkelabstand von vorzugsweise 90° angeordnete Prüfflächen (19) vorgesehen sind. 20
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüffläche (19) in Form einer ortsauflösenden, bevorzugt im Vergleich zum Abtaststrahlfleck (21) großen optoelektronischen Nachweiseinrichtung (23) vorgesehen ist, insbesondere in Form einer Kamera. 25
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüffläche (19) von einem optoelektronischen Sensor-Array (39), insbesondere einer CCD-Matrix, einem CMOS-Array, einem APD-Ar-

ray oder einem PIN-Dioden-Array, gebildet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüffläche von einem Array aus strahlungsleitenden Elementen, insbesondere Glasfasern, gebildet ist. 30
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüffläche (19) ein Linienmuster (27) aufweist, das zur zumindest zeitweisen Emission von mittels des Sensors (13) nachweisbarer Strahlung ausgebildet ist. 35
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die das Linienmuster (27) aufweisende Prüffläche (19) eine Ebene ist, wobei das Linienmuster (27) eine Projektion eines Linienmusters auf einer Kugelfläche mit einem auf einer Sensorachse (33) liegenden Mittelpunkt ist. 40
25. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die das Linienmuster aufweisende Prüffläche ein Teil einer Kugelfläche mit einem auf einer Sensorachse liegenden Mittelpunkt ist. 45
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Linienmuster (27) mehrere Prüflinien (28) umfasst, von denen wenigstens zwei Prüflinien (28) nicht parallel zueinander oder die parallel zueinander mit paarweise unterschiedlichen Abständen verlaufen, wobei vorzugsweise die Prüflinien (28) N-, M-, V- oder W-förmig angeordnet sind. 50
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüflinien (28) des Linienmusters (27) jeweils von selbstleuchtenden Strahlungsquellen gebildet sind, insbesondere von LEDs, Lichtleitern oder Glasfasern. 55
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mit der das Linienmuster (27) bildende oder erzeugende Strahlungsquellen in Abhängigkeit von der Abtastbewegung des Sensors (13) aktivierbar sind, bevorzugt derart, dass vom Linienmuster (27) Strahlung nur unter für die Sollausrichtung erwarteten Winkelrichtungen und/oder zu für die Sollausrichtung erwarteten Zeitpunkten emittiert wird.
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**,

**dass** im Bereich der Prüffläche (19) eine optische Einrichtung (29) angeordnet ist, mit der das Linienmuster (27) aus den Abtaststrahlen (15) erzeugbar ist.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Sensor (13) derart ausgebildet ist, dass für Entfernungen in einem die Prüffläche (19) umfassenden Nahbereich keine direkte Reflexion der Abtaststrahlen (15) auf eine Empfangseinrichtung (43) des Sensors (13) erfolgt.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mit der optischen Einrichtung (29) ein Versatz zwischen den ausgesandten Abtaststrahlen (15) und den vom Linienmuster (27) emittierten Empfangsstrahlen (31) erzeugbar ist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die optische Einrichtung (29) zumindest ein strahlungsleitendes Element (45), das austrittsseitig zumindest eine Prüflinie (28) des Linienmusters (27) bildet, und wenigstens ein Streuelement (59) umfasst, über das die vom Sensor (13) ausgesandten Abtaststrahlen (15) in das strahlungsleitende Element (45) einspeisbar sind.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das strahlungsleitende Element (45) und das Streuelement (47) an einem einstückigen, insbesondere aus Kunststoff hergestellten Körper (29) ausgebildet sind.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die optische Einrichtung (29) ein strahlungsdurchlässiger, insbesondere einstückiger Körper ist, der mittels der vom Sensor (13) ausgesandten Abtaststrahlen (15) oder mittels sensorfremder Strahlungsquellen zumindest im Wesentlichen als Ganzes zur Emission von Strahlung bringbar ist und als Strahlungsquelle für das Linienmuster (27) dient, wobei im Strahlengang vor oder hinter der optischen Einrichtung (29) wenigstens eine Blende oder Maske (51) mit zumindest eine Prüflinie (28) des Linienmusters (27) bildenden strahlungsdurchlässigen Bereichen vorgesehen ist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die optische Einrichtung (29) wenigstens ein Umlenkprisma (49), mit dem einfallende Abtaststrahlen (15) parallel versetzt reflektierbar sind, und zumindest eine im Strahlengang vor oder hinter

dem Umlenkprisma (49) vorgesehene Blende oder Maske (51) mit zumindest eine Prüflinie (28) des Linienmusters (27) bildenden strahlungsdurchlässigen Bereichen umfasst.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Prüflinien des Linienmusters von Reflektoren gebildet sind, die vorzugsweise in Form von Materialstreifen mit einer im Vergleich zur Umgebung hohen Reflektivität vorgesehen sind.

37. Fahrzeug (11) mit wenigstens einem fahrzeugfesten optoelektronischen Sensor (13), insbesondere einem Laserscanner, zur Erfassung der Fahrzeugumgebung und mit einer dem Sensor (13) zugeordneten Vorrichtung zum Bestimmen der Sensorausrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 36.

Fig. 1a

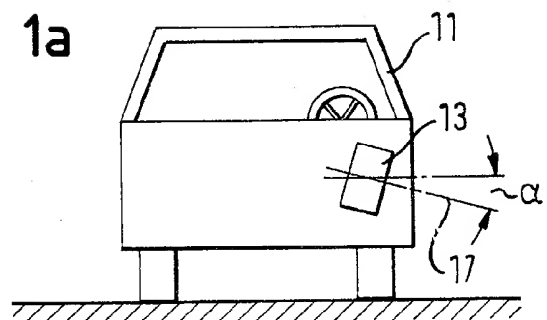


Fig. 1b

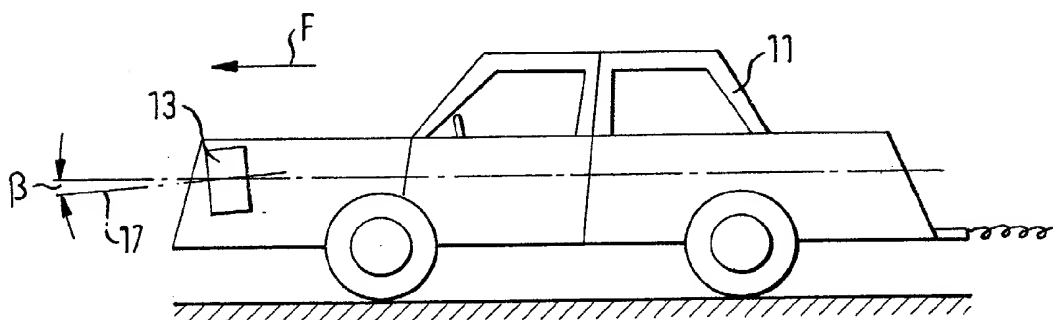


Fig. 1c

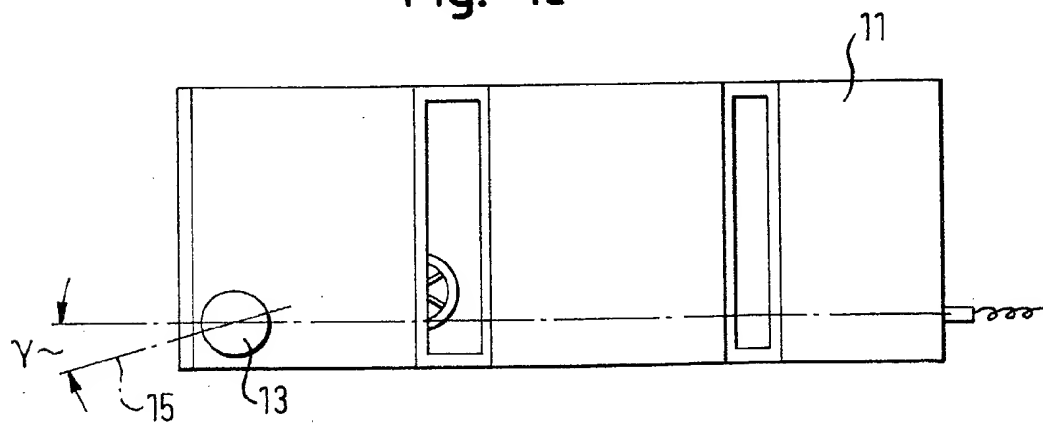


Fig. 2

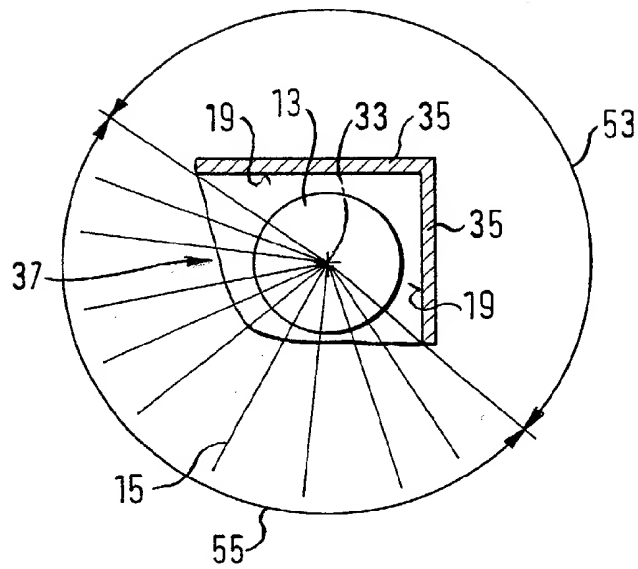


Fig. 3a

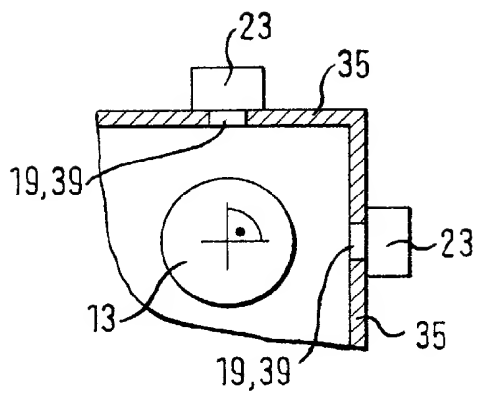


Fig. 3b

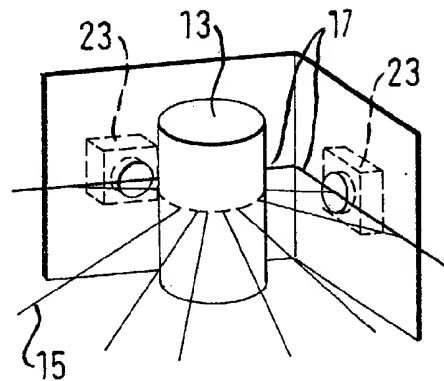


Fig. 4a

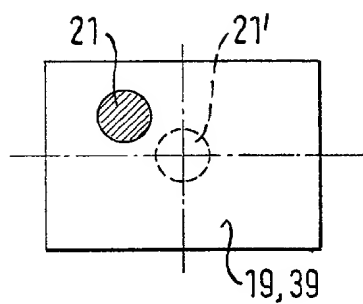


Fig. 4b

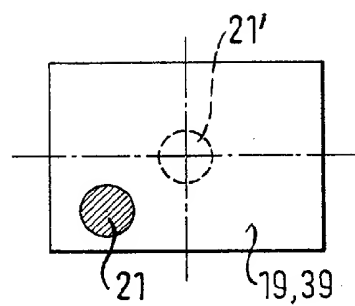


Fig. 5

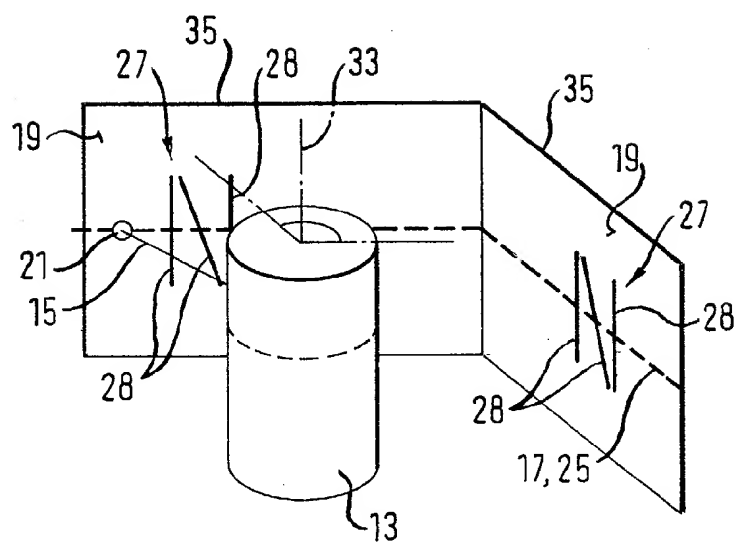




Fig. 6

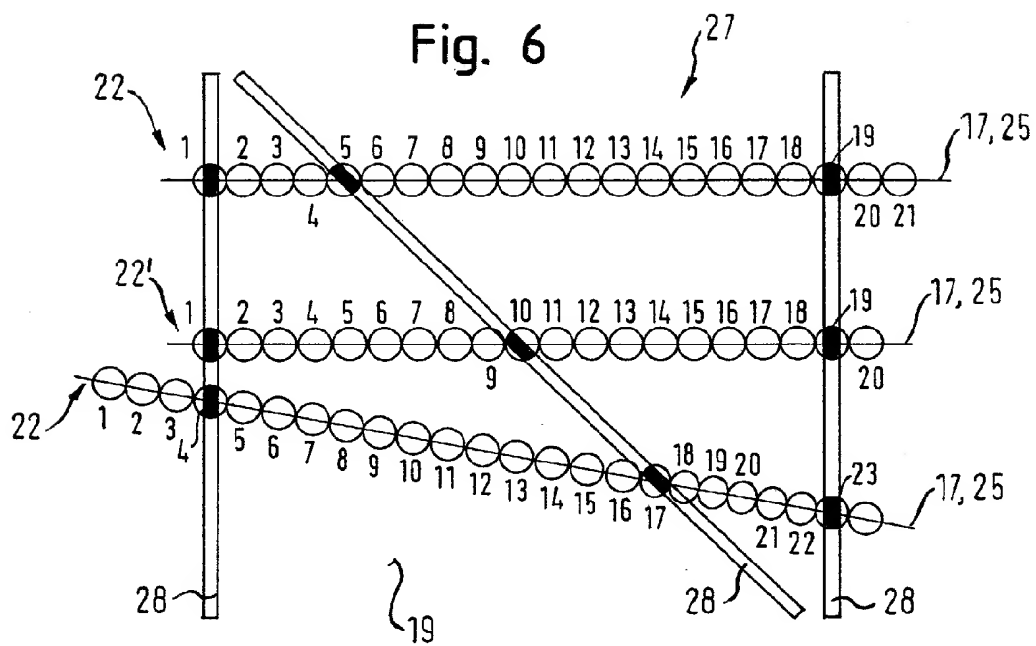


Fig. 7

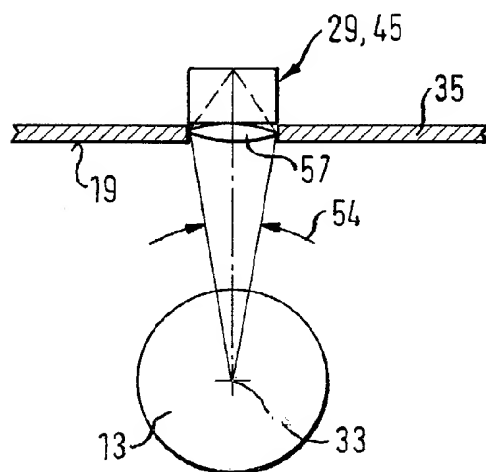


Fig. 8

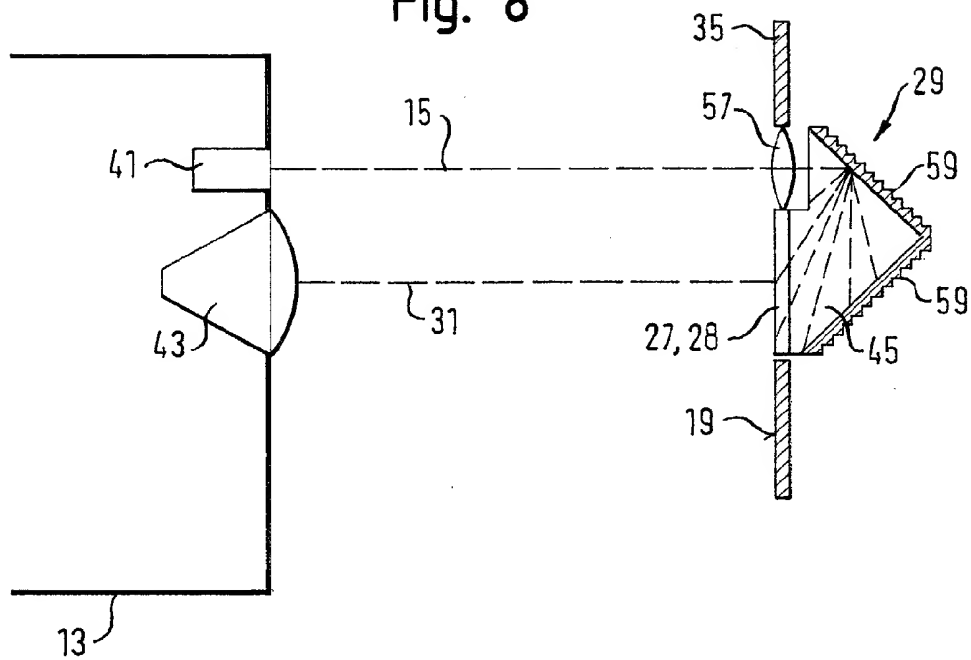


Fig. 9

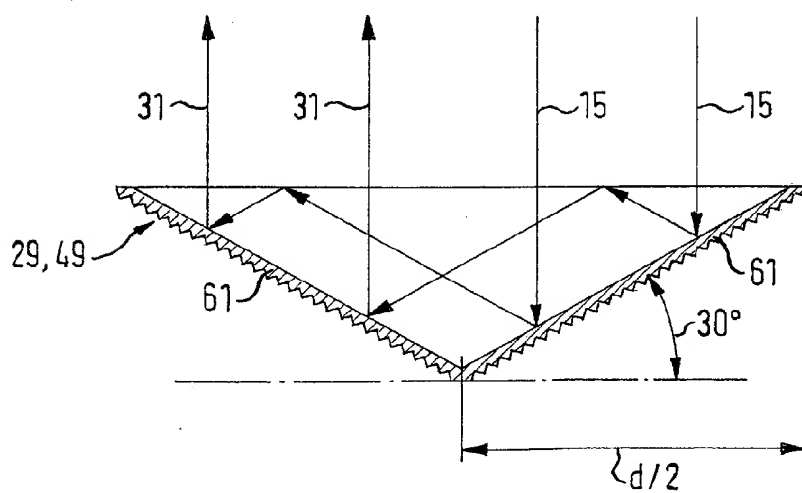


Fig. 10

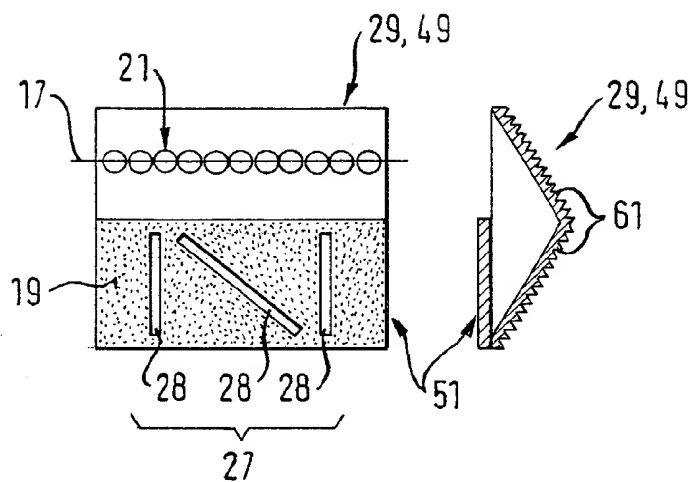
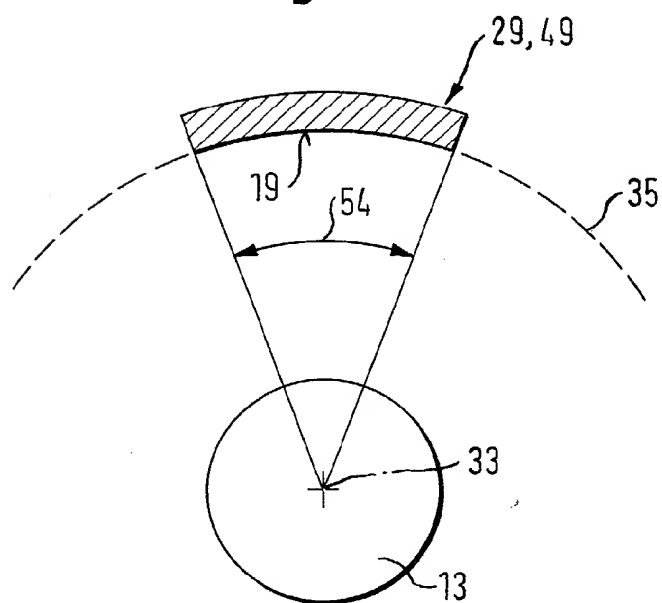


Fig. 11





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 00 7825

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 2001/024171 A1 (NISHIMURA KENICHI) 27. September 2001 (2001-09-27) * Seite 2, rechte Spalte, Absatz 2 - Seite 3, linke Spalte, Absatz 3; Abbildungen 1-7B *	1,15,16,37	G01B11/27 G01S17/88
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 10, 17. November 2000 (2000-11-17) & JP 2000 206243 A (HITACHI LTD), 28. Juli 2000 (2000-07-28) * Zusammenfassung * -& DATABASE WPI Section EI, Week 200049 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class W06, AN 2000-536156 XP002252156 & JP 2000 206243 A (HITACHI LTD), 28. Juli 2000 (2000-07-28) * Zusammenfassung * -& JP 2000 206243 A (HITACHI LTD) * Abbildungen 4-6 *	1,15,16,37	
A	--- US 5 805 286 A (VOEGLER HERBERT) 8. September 1998 (1998-09-08) * das ganze Dokument *	1,15,16,37	G01B G01S G01C G02B G06K B60Q
A	--- EP 0 568 276 A (BRITISH AEROSPACE) 3. November 1993 (1993-11-03) * Spalte 4, Zeile 33 - Spalte 5, Zeile 49; Abbildungen 2,3,10 *	1-37	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchiert		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
BERLIN		22. August 2003	Manntz, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mündliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 7825

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001024171 A1	27-09-2001	JP 2001260777 A	26-09-2001
		EP 1130416 A2	05-09-2001
		JP 2001318149 A	16-11-2001
-----			
JP 2000206243 A	28-07-2000	KEINE	
-----			
US 5805286 A	08-09-1998	DE 19541379 A1	15-05-1997
		JP 9170930 A	30-06-1997
-----			
EP 0568276 A	03-11-1993	EP 0568276 A1	03-11-1993
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82